СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1145934 A

4(51) C 21 B 13/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ВСЕСОЮЗНАЯ ПАТЕНТНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

(21) 3242792/22-02
(22) 04.02.81
(46) 15.03.85. Бюл. № 10
(72) Фрэнк Вирджил Саммерс, Дэвид Чарльз Мейсснер и Джон Комбс Скарлетт (США)
(71) Мидрекс Корпорейшн (США)
(53) 669.421.183(088.8)
(56) 1. Патент США № 3853538, кл. С 21 В 13/00, опублик. 1974.

(54)(57) 1. СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ГАЗА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКИСЛОВ ЖЕЛЕЗА В ШАХТНОЙ ПЕЧИ, включающий газификацию твердого топлива в газификаторе, охлаждение, очистку и рециркуляцию отходящих колошниковых газов, разделение их на часть, подаваемую в газификатор, и часть, идущую на смешивание с газом, полученным в газификаторе, и подачу в зону восстановления, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения эффективности процесса, газификацию угля осуществляют в кипящем слое с регулированием температуры кипящего слоя путем подачи части рециркулируемого газа под газораспределительную решетку, при этом отходящий от газификатора газ очищают от пыли перед смешиванием с остальной частью рециркулируемого газа.

2. Способ по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что нагретый газ, идущий на восстановление, смешивают с ненагретым рециркулируемым газом перед образованием восстановительной смеси.

3. Способ по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что измельченный акцептор серы вводят в камеру с газифицируемым углем.

4. Способ по п. 3, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что в качестве акцептора серы используют известняк.

5. Способ по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что измельченный уголь имеет размеры 6,35-10,00 мм.

6. Способ по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что отходящий на рециркуляцию колошниковый газ дополнительно очищают и охлаждают.

(19) SU (11) 1145934 A

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано при прямом восстановлении железной руды и гранулированной окиси железа высокотемпературным восстановительным газом, полученным из природного газа и рециркулированного отработанного колошникового газа.

Применяют три типа газификации угля; процесс с увеличенным слоем, процесс с неподвижным слоем и процесс с псевдоожиженным слоем.

В результате процесса с увеличенным слоем получается восстановительный газ с температурой около 1500°С и с атмосферным давлением путем конкурирующей реакции кислорода и пара с увлеченной угольной пылью. Получающийся в результате такого процесса газ имеет восстановительный коэффициент около 5, но должен быть охлажден прежде, чем он может быть сжат до (приблизительно 2 атм) давления, необходимого для прямого восстановления, а также чтобы дать возможность удалить двуокись углерода, воду и газообразную серу перед нагревом и использованием в прямом восстановлении. Такое охлаждение, очистка и последующий повторный нагрев дороги, потери энергии высокие.

Промышленный процесс с псевдоожиженным слоем осуществляется при атмосферном давлении и дает газ, который содержит высокие концентрации окисляющих компонентов, пара и двуокиси углерода. Перед тем, как такой газ может быть использован для прямого восстановления, он должен быть очищен от пыли, сжат и затем очищен от двуокиси углерода и серосодержащих компонентов. Процесс газификации не является подходящим для использования крупной фракции углерода, подведенного к газификатору. При этом получается обожженный уголь в виде побочного продукта.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ получения восстановительного газа для восстановления окислов железа в шахтной печи, включающий газификацию твердого топлива в газификаторе, охлаждение, очистку и рециркуляцию отходящих колошниковых газов, разделение их на часть, подаваемую в газификатор, и часть, идущую на смешивание с газом, полученным в газификаторе, и подачу в зону восстановления [1].

Процесс осуществляет газификацию под давлением, при этом процессе имеется горячая зона в пределах псевдоожиженного слоя, где зола агломерируется и может выпадать из слоя. Обожженный уголь и зола, удаленные из выходящего газа в циклонной установке, возвращаются к горячей зоне, чтобы добиться полного использования обожженного угля и удалить золу в агломерированном виде. Назначением установки является наиболее полная конверсия угля с получением газа при минимальном выводе обожженного угля из установки. Благодаря возвращающейся циклонной установке процесс обеспечивает возможность принимать мелкие частицы в угле. Однако даже при наилучших условиях качество газа таково, что восстановительный коэффициент не превышает 2 главным образом из-за необходимости подводить в газификатор избыточный пар, чтобы охладить обожженный уголь в псевдоожиженном слое для предотвращения агломерации. Вследствие этого газ не может быть использован без охлаждения, очистки и повторного нагрева. Эти процессы не желательны с точки зрения дороговизны и по энергетическим причинам. Качество горячего восстановительного газа, введенного в печь, должно характеризоваться восстановительным коэффициентом, по крайней мере, 8.

Цель изобретения - повышение эффективности процесса.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу получения восстановительного газа для восстановления окислов железа в шахтной печи, включающему газификацию твердого топлива в газификаторе, охлаждение, очистку и рециркуляцию отходящих колошниковых газов, разделение их на часть, подаваемую в газификатор, и часть, идущую на смешивание с газом, полученным в газификаторе, и подачу в зону восстановления, газификацию угля осуществляют в кипящем слое с регулированием температуры кипящего слоя путем подачи части рециркулируемого газа под газораспределительную решетку, при этом отходящий от газификатора газ очи-

щают от пыли перед смешиванием с остальной частью рециркулируемого газа.

Нагретый газ, идущий на восстановление, смешивают с ненагретым рециркулируемым газом перед образованием восстановительной смеси.

Измельченный акцептор серы вводят в камеру с газифицируемым углем.

В качестве акцептора серы используют известняк.

Измельченный уголь имеет размеры 6,35-10,0 мм.

Отходящий на рециркуляцию колошниковый газ дополнительно очищают и охлаждают.

На чертеже показана схема потоков в установке газификации угля, соединенной с печью прямого восстановления в соответствии с настоящим изобретением.

Благодаря использованию рециркулированного газа из процесса прямого восстановления в качестве охладителя в газификационной камере с псевдоожиженным слоем подвод необходимого для газификатора пара может быть значительно уменьшен, а в некоторых случаях ликвидирован. В результате сопутствующего снижения процентного содержания окислителей в получаемом газификационном газе, в результате увеличения времени нахождения угля в газификаторе, использования высоко реактивных углей и рециркулированного газа в качестве охладителя получается высокое качество восстановительного газа, подходящее для прямого восстановления железа без какого-либо дальнейшего повышения его качества, т.е. нет необходимости в дальнейшем уменьшении содержания окислителей. Известь или какие-либо другие акцепторы серы, такие как обожженный доломит, могут быть измельчены и введены в псевдоожиженный слой вместе с измельченным углем для обессеривания газов, полученных в псевдоожиженном слое. Такой газ охлаждают ниже восстановительной температуры, необходимой для печи прямого восстановления. Это снижает затраты энергии, а также капиталовложения в случае такой установки.

Способ осуществляют следующим образом.

Как видно из чертежа уголь, который измельчен до размера частиц достаточно малого, чтобы получить хорошее псевдоожижение, подводится из бункера 1 в газификационную камеру 2 с псевдоожиженным слоем через питательную трубу 3. Вес угля должен быть меньше 6,35-10 мм, чтобы получить хорошее псевдоожижение. Измельченный известняк или другой акцептор серы подводится из бункера 4 через питательную трубку 3 к газификационной камере 2. Наличие извести в слое уменьшает тенденцию к слипанию частиц в слое, допуская использование более высокой температуры, что приводит к лучшему использованию углерода и более высокому качеству получаемого восстановительного газа. Кислород, смягченный паром, подводится от источника 5 в днище камеры 2 и поднимается в псевдоожиженный слой с целью псевдоожижения и газификации материала в камере 2. Газ, полученный в газификаторе, выводится через внутренний циклон 6. Увеличенные этим газом частицы удаляются с помощью циклона и возвращаются к нижнему участку газификатора с помощью возвращающей трубы 7. Газ из газификатора удаляется из циклона 6 с помощью трубы 8 и подвергается дальнейшей очистке в любом требуемом количестве газоочистителей 9. Состоящие из частиц материала из газоочистителей 9 возвращаются к горячей зоне 10 у основания псевдоожиженного слоя с помощью возвращающей системы 11. Очищенный газификационный газ поступает в трубу 12, где он перемешивается с нагретым рециркулированным газом из печи прямого восстановления для образования восстановительного газа с подходящей температурой для восстановления окиси железа. Восстановительная газовая смесь вводится в шахтную печь прямого восстановления 13 через входное отверстие 14. Шахтная печь имеет подводящую окись железа трубу 15 в своем верхнем конце и средства 16 для удалекия металлизированного продукта в своем нижнем конце. Работа этих средств основана на самотеке подведенного материала или шихты через печь. Восстановительный газ перемещается противотоком по отношению к шихте в печи, причем восстано-

вители, окись углерода и водорода реагируют с кислородом в окиси железа для химического восстановления железа до полностью металлизированного продукта и образуется колошниковый газ, содержащий CO_2, H_2O, H_2N_2, CH_4 и CO. Колошниковый газ выводится из печи через выходное отверстие 17, подвергается удалению пыли и существенному удалению воды в холодильном скрубберe 18, откуда большая часть свободного от пыли охлажденного колошникового газа направляется через трубопровод 19 в агрегат 20 для удаления окислительного газа, в котором происходит очистка с целью удаления существенной части CO_2. Пар 21 или какой-либо другой источник тепловой энергии проходит через агрегат 20 для регенерации промывающей жидкости. Выпускаемые окислительные газы, такие как CO_2 и H_2S, удаляются из установки через трубу 22. Процесс удаления окислительного газа дает рециркулированный газ, богатый водородом и окисью углерода, от которого отделяется часть, идущая в трубу 23, которая возвращается к днищу газификационной камеры для регулирования температуры слоя путем поглощения экзотермического тепла реакции между кислородом и углем в слое. Оставшаяся часть охлажденного рециркулированного газа поступает в трубопровод 24 для перемешивания с газификационным газом в трубе 12 с образованием восстановительного газа. Часть рециркулированного газа нагревается в нагревателе 25, тогда как оставшаяся часть обходит нагреватель по трубе 26 и затем снова соединяется с горячим рециркулированным газом для регулирования температуры восстановительного газа. Температура газа измеряется термопарой 27, которая связана с клапаном 28 для регулирования количества газа в трубе 26, который смешивается с потоком восстановительного газа. Нагреватель 25 отапливается горелкой 29, которая использует часть свободного от пыли отработанного восстановительного газа из трубопровода 30 в качестве горелочного топлива.

В газификационной камере 2 текущий вверх кислород от источника 5 реагирует с углем с получением восстановительного газа. Кислород, смягченный паром, от источника 31 вдувается в удаляющую золу систему и реагирует с обожженным углем, полученным из горячего угля, с образованием горячей зоны 10, где частицы золы агломерируются в регулируемых условиях. По мере того, как продолжается агломерация, частицы образуют агломераты такого размера, который достаточен чтобы они выпали из слоя в выходящую систему 32.

В противоположность возврату мелких частиц из циклонов 9 к горячей зоне 10, как это было описано, все мелкие частицы или их часть из трубы 11 могут быть направлены через трубу 33 в поднимающийся вверх поток окислителей от источника 31. Расположение места ввода мелких частиц регулируется клапанами 34 и 35.

Данный способ получения восстановительного газа газификацией угля в псевдоожиженном слое для прямого восстановления железа имеет значительные преимущества перед известным процессом газификации в псевдоожиженном слое, где газификационные газы охлаждаются, очищаются от двуокиси углерода, пара и сероводорода, затем вторично нагреваются вместе с очищенным, охлажденным, отработанным колошниковым газом для получения восстановительного газа для прямого восстановления. В предлагаемом способе значительная часть рециркулированного газа вторично нагревается, действуя как охладитель для реакции газификации в псевдоожиженном слое в газификационной камере. По данному процессу можно достичь 95% использования угля, как это было установлено по потерям углерода с золой и с уходящими из циклонной установки газами. Поскольку нет необходимости в охлаждении газа, полученного в газификаторе, или в очистке газификационного газа для удаления двуокиси углерода, сероводорода или воды, то не требуется охлаждающее или очищающее оборудование. При этом нет необходимости в оборудовании для вторичного нагрева газификационных газов. Двумя источниками тепла для доведения восстановительного газа до температуры восстановления являются сама газификационная камера и нагреватель 25 рециркулированного газа. Нагреватель рециркулированного

газа много меньше, чем нагреватели, используемые в обычных промышленных процессах, поскольку в процессе требуется нагревать значительно меньшее количество газа. В предлагаемом способе могут быть также использованы мелкие частицы в подведенном угле, поскольку псевдоожиженный слой и циклонная установка могут легко управляться. Обычно мелкие частицы удаляются из установок газификации угля.

Пример 1. В качестве примера в табл. 1 сравнивается процесс, использующий очищенный рециркулированный колошниковый газ из трубы 23 в качестве охладителя в газификаторе с псевдоожиженным слоем (случай А), с использованием пара как охладителя (случай В) для получения одной тонны железа с металлизацией 92% прямым восстановлением.

В обоих случаях условия процесса почти одинаковы. Сырой газ в трубопроводе 12, который получен из газификатора 2, имеет температуру 1010°С. Горячий сырой газ используется без удаления двуокиси углерода.

Колошниковый газ может быть использован в качестве топлива для получения пара 21 для удаления CO_2.

Экономия угля, рециркулированного газа и кислорода очевидна.

В примере сырой газ получается из угля, имеющего по элементному анализу, %: С 72,2; Н 4,5; N 1,3; О 6,8; S 3,1 и 12,1 вес.% золы по сухой массе. Высшая теплотворная способность составляет 6943 ккал/кг. Сырой газ, полученный в газификаторе, имеет состав, представленный в табл. 2.

Качества сырого газа в трубе 12, получаемого в случае А, по сравнению со случаем В значительно улучшено.

Содержание N_2 + Ar в подводимом к газификатору кислороде составляет 2%.

Температура сырого газа в трубе 12 1010°С в обоих случаях, а температура смешанного газа во входном отверстии 14 устанавливается равной 815°С с помощью нагревателя 25 и холодного газа в трубе 26.

Таким образом, в предлагаемом способе получения железа прямым восстановлением с использованием установки газификации угля в псевдоожиженном слое может быть легко использован мелко измельченный уголь и более эффективно используется тепло.

Таблица 1

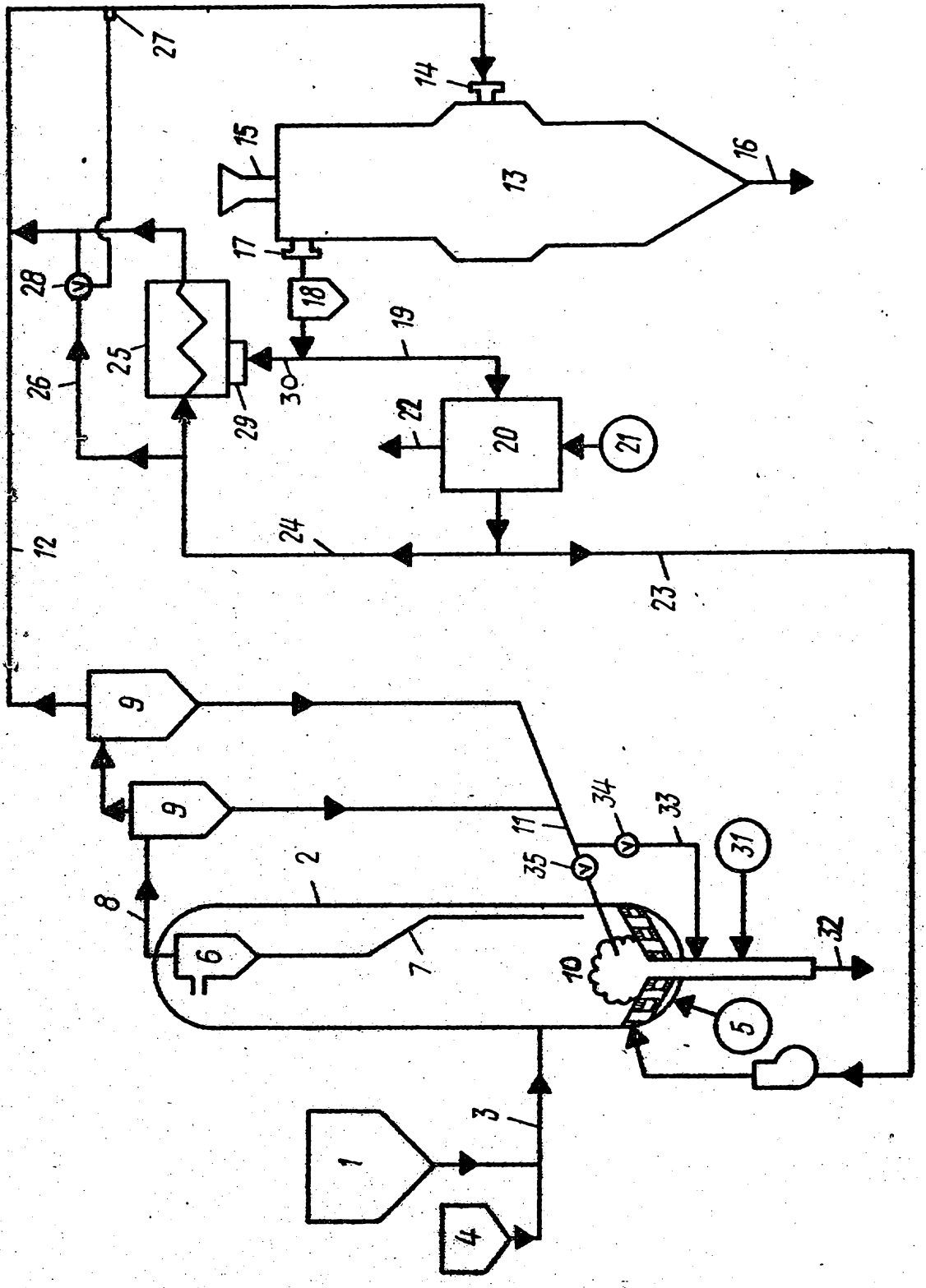
Показатели	Случай	
	А	В
1	2	3
Подведенный уголь, кг (теплотворная способность 6943 ккал/кг)	436	540
Пар, нм³	43,6	432
Кислород, нм³	241,7	289,3
Рециркуляция, нм³	305,2	130,0
Полученный сырой газ, нм³	1092,9	1337,6
Технологический газ		
Смешанный газ (14), нм³	1859,1	3126,6
Колошниковый газ (из 17) влажный, нм³	1886,6	3166,9
Очищенный колошниковый газ (из 18), нм³	1777,1	2795,4

Продолжение табл. 1

1	2	3
Колошниковое газовое топливо (в 23 и для получения пара для удаления CO_2), нм³	290,7	522,8
Для удаления CO_2 (к 20), нм³	1486,5	2272,6
Удаленная CO_2 (в 22), нм³	354,7	408,1
Продукт после удаления CO_2 (из 20), нм³	1055,2	1749,1
Рециркуляция к газификатору (в 23), нм³	305,2	0
Пар на удаление CO_2 (в 21), кг	674,0	775,4

Таблица 2

Содержание компонентов, об.%	Случай A	Случай B
CO	59,56	33,41
CO_2	3,88	14,97
H_2	28,14	29,86
H_2O	2,41	17,61
CH_4	3,90	3,30
N_2 + Ar	2,11	0,86
Суммарно	100	100
Качество $\frac{(\text{восстановители})}{(\text{окислители})}$	13,9	1,9



Составитель В. Савельев
Редактор М. Недолуженко Техред М.Кузьма Корректор С. Шекмар

Заказ 1207/46 Тираж 553 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4